

Dynamo cinématique des ondes inertielles

Herreman W.¹ & Le Dizès S.²

IRPHE, 49, rue Joliot Curie, 13384 Marseille
herreman@irphe.univ-mrs.fr

Les champs magnétiques planétaires fascinent depuis longtemps. On sait maintenant que l'origine de ces champs se trouve dans l'effet dynamo des écoulements de fluides conducteurs à l'intérieur des corps célestes. On pense notamment que celui de la Terre pourrait être dû à un écoulement de convection thermosolutale dans son noyau, comme le montrent certaines simulations numériques [1]. Cependant, pas tous les corps célestes permettent une telle convection interne. Pour cette raison, il est utile et nécessaire de chercher d'autres mécanismes qui peuvent mettre le fluide conducteur en mouvement, et créer une dynamo.

Les instabilités inertielles (la précession, l'instabilité de marée & la libration) nous procurent une alternative [2], [3], mais elles restent plus difficiles à modéliser et donc beaucoup moins étudiées. Ce n'est que très récemment que les premières simulations numériques de la dynamo de précession ont confirmé la possibilité d'un effet dynamo, [4], [5], mais les mécanismes mis en jeu restent peu compris. Nous nous intéressons à cette problématique et nous remarquons en première instance que les écoulements excités par les instabilités inertielles sont des ondes inertielles. Par rapport aux écoulements lentement variables excités par la convection en présence de rotation rapide, les ondes inertielles varient typiquement sur le temps rapide de la période de révolution du corps céleste. La question est alors de savoir si de telles ondes peuvent générer un champ magnétique par effet dynamo ?

Pour répondre à cette question, nous considérons un domaine de fluide cylindrique, pour lequel nous connaissons des solutions analytiques des ondes inertielles. Nous résolvons le problème de la dynamo cinématique numériquement pour une onde inertielle particulière : le mode de spinover. Nous réussissons à mettre en évidence une dynamo lorsque la viscosité du fluide est prise en compte. Nous remarquons l'existence d'un régime asymptotique dans lequel le mode dynamo est presque axisymétrique et lentement variable dans le temps. Cette observation nous permet de construire une théorie asymptotique qui décrit le mécanisme de l'instabilité dynamo. La comparaison des résultats de la théorie asymptotique avec les résultats numériques nous permet notamment de comprendre le rôle de la viscosité et de la diffusion magnétique. La théorie propose également une loi d'échelle qui s'étend dans le régime des paramètres géophysiques.

Références

1. Busse, F. H., Convective flows in rapidly rotating sphere and their dynamo action, *Phys. Fluids*, 2002, **14**, 1301.
2. Kerswell, R. R., Tidal excitation of hydromagnetic waves and their damping in the earth, *J. Fluid Mech.*, 1994, **274**, 219-241.
3. Kerswell, R.R. & Malkus, W.V.R., Tidal instability as the source for Io's magnetic signature, *Geophys. Res. Lett.*, 1998, **25**, 603-606.
4. Tilgner, A., Precession driven dynamos, *Phys. Fluids*, 2005, **17**, 34104.
5. Wu, C. C. & Roberts, P.H., A precessionally-driven dynamo in a plane layer, *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.*, 2008, **102**, 1-19.